

* 1/5/3 (Item 1 from file: 351)
DIALOG(R) File 351: Derwent WPI
(c) 2004 Thomson Derwent. All rts. reserv.

011272501 **Image available**
WPI Acc No: 1997-250404/*199723*
XRPX Acc No: N97-206833

**Modelling apparatus e.g. for 3D CAD, 3D Computer graphics, mobile robot
etc. - has verification part which verifies model description of object
by comparing simulated image with real image at its specific position**

Patent Assignee: TOSHIBA KK (TOKE)
Number of Countries: 001 Number of Patents: 001
Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
JP 9081778	A	19970328	JP 95235846	A	19950913	199723 B

Priority Applications (No Type Date): JP 95235846 A 19950913

Patent Details:
Patent No Kind Lan Pg Main IPC Filing Notes
JP 9081778 A 14 G06T-017/00

Abstract (Basic): JP 9081778 A

The apparatus includes an input part (1) provided with a visual angle sensor, which detects 3D information such as distance, shape surface attribute etc. of an object. A model processing part (2) manages the input 3D information and produces a model description of the object. A video production part (3) produces a simulated image at a specific position, based on the model description produced by the model processing part. A verification part (4) verifies the model description of the object by comparing the simulated image with the real image at its specific position.

The position of the simulated image is then corrected based on the comparison result. An image comparison part of the image verification part compares the corrected simulated image with the real image. A model change part changes the model description based on the comparison result of the comparison part.

ADVANTAGE - Corrects model description accurately. Produces models used in 3D computer graphics automatically.

Dwg.1/11

Title Terms: MODEL; APPARATUS; CAD; COMPUTER; GRAPHIC; MOBILE; ROBOT;
VERIFICATION; PART; VERIFICATION; MODEL; DESCRIBE; OBJECT; COMPARE;
SIMULATE; IMAGE; REAL; IMAGE; SPECIFIC; POSITION

Derwent Class: T01; X25

International Patent Class (Main): G06T-017/00

International Patent Class (Additional): G06F-017/50

File Segment: EPI

?

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-81778

(43)公開日 平成9年(1997)3月28日

(51)Int.Cl. ⁹	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 T 17/00			G 0 6 F 15/62	3 5 0 A
G 0 6 F 17/50			15/60	6 2 2 A
				6 2 8 Z

審査請求 未請求 請求項の数17 O L (全 14 頁)

(21)出願番号 特願平7-235846

(22)出願日 平成7年(1995)9月13日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 八木 稔

大阪府大阪市北区大淀中1丁目1番30号

株式会社東芝関西支社内

(72)発明者 渡辺 睦

大阪府大阪市北区大淀中1丁目1番30号

株式会社東芝関西支社内

(72)発明者 小野口 一則

大阪府大阪市北区大淀中1丁目1番30号

株式会社東芝関西支社内

(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦

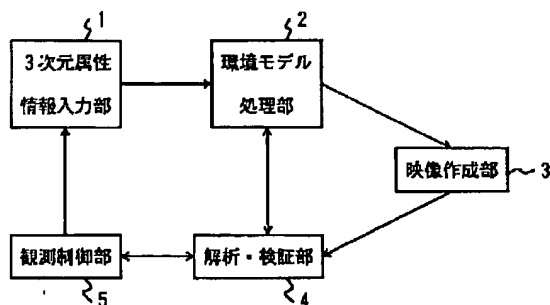
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 モデリング装置およびモデリング方法

(57)【要約】

【課題】3次元コンピュータグラフィックスや移動ロボット制御などで利用される環境モデルを自動的に作成する装置を得ること。

【解決手段】視覚センサを用いて距離、形状、表面属性などの3次元情報を測定する3次元属性情報入力部1と、入力された3次元情報を管理し環境モデル記述を作成する環境モデル処理部2と、環境モデル処理部に記憶されたモデル記述に基づき環境の特定位置での人工映像を作成する映像作成部3と、人工映像作成結果とこれに対応する位置における実画像を比較することにより環境モデル記述の修正を行う解析・検証部4とから構成され、解析・検証部は、人工映像の実画像上での位置を補正する位置補正部と、補正された画像と実画像との比較を行う画像比較部と、比較結果に基づいてモデルを変更するモデル変更部とを備える。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 視覚センサを用いて構成され、少なくともモデリング対象の距離、形状、表面属性の3次元情報を測定する3次元属性情報入力手段と、この3次元属性情報入力手段にて得られた前記3次元情報を含む3次元情報を管理し、環境モデル記述を作成する環境モデル処理手段と、前記環境モデル処理手段にて作成されたモデル記述に基づき、環境の特定位置での人工映像を作成する映像作成手段と、人工映像作成結果とこれに対応する位置における実画像を比較することにより得た情報に基づいて前記環境モデル処理手段の作成した環境モデル記述を修正する解析・検証手段と、を備えることを特徴とするモデリング装置。

【請求項2】 前記解析・検証手段は、人工映像の実画像上での位置を補正する位置補正手段と、この位置補正手段により補正された画像と実画像との比較を行う画像比較手段と、前記環境モデル処理手段の作成した環境モデル記述を、前記画像比較手段による比較結果に基づき、修正するモデル変更手段とを具備することを特徴とする請求項1記載のモデリング装置。

【請求項3】 前記位置補正手段は、人工映像の実画像上での補正位置を算出する際に、人工映像と実画像との重複する領域において、領域内の画素値の分布に基づいて、人工映像、実画像各々の領域内の画素値を規格化することを特徴とする請求項2記載のモデリング装置。

【請求項4】 前記位置補正手段は、前記の重複する領域において濃淡の人工映像と実画像各々の輝度値の平均値と標準偏差を算出し、各々の画像において重複する領域内の画素の輝度値から各々の平均値を引き、各々の標準偏差で除算することにより規格化することを特徴とする請求項3記載のモデリング装置。

【請求項5】 前記位置補正手段は、人工映像の実画像上での補正位置を算出する際に、人工映像と実画像との重複する領域において、一致していると判定した画素の数と重複する領域内の全画素数との比を算出し、この比が最小となる位置を補正位置とすることを特徴とする請求項2記載の環境モデル入力装置。

【請求項6】 前記位置補正手段は、濃淡の人工映像と実画像との重複する領域内の画素について、輝度値の差があらかじめ設定した閾値以下となる場合に一致していると判定することを特徴とする請求項5記載のモデリング装置。

【請求項7】 前記位置補正手段は、濃淡の人工映像の実画像上での補正位置を算出する際に、人工映像と実画像との重複する領域において、規格化された輝度値を用いて一致していると判定した画素の数と重複する領域内の全画素数との比を算出し、この比が最小となる位置を補正位置とすることを特徴とする請求項3記載のモデリ

ング装置。

【請求項8】 前記位置補正手段は、濃淡の人工映像と実画像との重複する領域内の画素について、規格化された輝度値の差があらかじめ設定した閾値以下となる場合に一致していると判定することを特徴とする請求項7記載のモデリング装置。

【請求項9】 前記位置補正手段は、濃淡の人工映像の実画像上での補正位置を算出する際に、人工映像と実画像との重複する領域において、規格化された輝度値を用いて一致していると判定した画素についての前記の輝度値の差の総和と重複する領域内の全画素数との比を算出し、この比が最小となる位置を補正位置とすることを特徴とする請求項3記載のモデリング装置。

【請求項10】 前記位置補正手段は、前記の重複する領域においてカラーの人工映像と実画像各々について、RGB値またはYIQ値などの色を表す値の平均値と標準偏差を算出し、各々の画像において重複する領域内の画素の色を表す値から各々の平均値を引き、各々の標準偏差で除算することにより規格化することを特徴とする請求項3記載のモデリング装置。

【請求項11】 前記位置補正手段は、カラーの人工映像と実画像との重複する領域内の画素について、RGB値、YIQ値などの色を表す値の差があらかじめ設定した閾値以下となる場合に一致していると判定することを特徴とする請求項5記載のモデリング装置。

【請求項12】 前記位置補正手段は、カラーの人工映像の実画像上での補正位置を算出する際に、人工映像と実画像との重複する領域において、色を表す規格化された値を用いて一致していると判定した画素の数と重複する領域内の全画素数との比を算出し、この比が最小となる位置を補正位置とすることを特徴とする請求項3記載のモデリング装置。

【請求項13】 前記位置補正手段は、カラーの人工映像と実画像との重複する領域内の画素について、色を表す規格化された値の差があらかじめ設定した閾値以下となる場合に一致していると判定することを特徴とする請求項12記載のモデリング装置。

【請求項14】 前記位置補正手段は、カラーの人工映像の実画像上での補正位置を算出する際に、人工映像と実画像との重複する領域において、色を表す規格化された値を用いて一致していると判定した画素についての前記の色を表す値の差の総和と重複する領域内の全画素数との比を各色について算出し、この比の積が最小となる位置を補正位置とすることを特徴とする請求項3記載のモデリング装置。

【請求項15】 前記位置補正手段は、カラーの人工映像の実画像上での補正位置を算出する際に、人工映像と実画像との重複する領域において、色を表す規格化された値を用いて一致していると判定した画素についての前記の色を表す値の差の総和と重複する領域内の全画素数

との比を各色について算出し、この比の和が最小となる位置を補正位置とすることを特徴とする請求項3記載のモデリング装置。

【請求項16】 実画像から得たモデルをもとに、このモデルから得た所望の視点での人工映像を求め、また、この人工映像と同じ視点から見た実画像を得ると共に、設定した位置補正対応に位置を補正してこれらの人工映像と実画像のずれを除去した後、これら人工映像と実画像との重複する領域での差異を評価し、その結果に応じて前記モデルを修正することを特徴とするモデリング方法。

【請求項17】 実画像から得たモデルをもとに、このモデルから得た所望の視点での人工映像を求め、また、この人工映像と同じ視点から見た実画像を得ると共に、設定した位置補正対応に位置を補正してこれらの人工映像と実画像のずれを除去した後、これら人工映像と実画像との重複する領域での差異を評価し、重複する領域の一致している画素数と重複する領域全体の画素数との比に基づく評価値を得、また、人工映像と実画像の重複する領域において、各画素の輝度値を、予測される輝度値分布に基づいて規格化することにより、人工映像と実画像とのずれに基づく移動すべき位置を演算し、これらの人工映像と実画像のずれを除去した後、これら人工映像と実画像との重複する領域での差異を評価し、その結果に応じて前記モデルを修正することを特徴とするモデリング方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば、3次元CADや3次元コンピュータグラフィクス、移動ロボット制御等で必要となる環境内物体の位置や表面などの情報を自動的に獲得し、環境モデルを作成するモデリング装置およびモデリング方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、工業部品などの設計を支援するための装置である3次元CADシステム、そして、3次元コンピュータグラフィクスを用いた映像作成、及び知能移動ロボットのニーズが、急速に高まっている。これらの技術においては、設計、またはコンピュータグラフィクス表示を行う対象、またはロボットが移動する環境の幾何形状、表面属性、及び必要であれば動きのデータを計算機に入力することが必要である（この過程をモデリングと呼び、計算機内部に表現された数値データをモデルと呼ぶ）が、この部分の作成は自動化ができないために現在、人手により多くの時間と手間をかけて行っている。従って、モデリングの自動化をはかる技術の開発が囑望されている。

【0003】ところで最近、3次元CADシステムへの適用のために、レンジファインダと呼ばれる距離画像装置を用いて、呈示した対象の形状の自動入力を行うこと

ができるようにしたシステムが提案されている。また、従来より、テレビ実画像から直接対象の3次元情報を抽出する手法として、複数台のカメラを用い3角測量の原理を利用したステレオ法や、1台のカメラで焦点距離を変化させて得た画像系列を解析し3次元情報を得る技術などの研究が活発に行われている。

【0004】一般に、映像を作成するためには、対象の形状とその表面のテクスチャが必要であるが、レンジファインダを用いた形状の入力では、対象の表面テクスチャと形状との対応を別の方法で得なければならず、位置関係を測定したレンジファインダとカメラの併用が必要となる。そのため、システムコストや制作が高くなる。

【0005】一方、画像を用いれば形状の入力と同時に対応を得ることができ、コストが軽減される利点がある。

【0006】これらの技術をモデリングに適用した例として、例えば臨場感通信や会議を想定し、ステレオ視の技術を用いて人間の顔の形状を自動入力する研究が行われている。また、屋内を移動するロボットに、超音波センサや複数台のカメラを搭載して、移動する空間の概略の記述を自動作成する研究も行われている。

【0007】ところで、一視点から見たデータを用いて作成されたモデルは誤りや欠落を含み、十分な精度が得られない。そのため、多視点からのデータを統合してモデリングを行う。そして、多視点で撮影した画像を用いてモデルの誤りを発見し、修正を行う方法としては画像中のエッジを用いる方法が研究されているが、照明の位置や方向、カメラの露光、対象表面の反射状態によってエッジが安定して得られず、また、類似エッジの識別が困難であるといった問題を抱えている。

【0008】そこで本件発明者らはモデルから人工映像を作成し、実画像との輝度値の比較によってモデルの誤りを発見、修正する技術を提案した（特願平5-248992号及び特願平6-148400号参照）。

【0009】この提案による方法においては、ある視点で撮影した実画像からモデルを作成する。そして、別の視点で撮影した実画像と、その視点で撮影することをシミュレートして前記モデルから作成した人工映像とを比較することで、前記モデルの検証を行うが、人工映像と実画像では視点やカメラモデルに含まれる誤差があるために、正しく比較を行うためには画像上での位置補正が必要となる。

【0010】補正位置を求める問題は人工映像をテンプレートとしたテンプレートマッチングによる解決法が考えられ、SSDA法（Sequential Similarity Detection Algorithm）などが研究されてきた。しかし、従来のマッチング法はテンプレートが対象とする画像よりも小さく、テンプレート全体が対象画像内に含まれるような位置を求める方法であるが、人工映像と実画像では視野が異なっているために、必ずしも人工映像が実画像内に

含まれるとは限らず、一部がはみ出す場合も多々生じるため、従来の方法を適用できなかった。また、実画像では自動露光調節機能などにより、人工映像とは画像全体の明るさが異なるため、そのままの輝度値では正しい比較を行えなかった。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】モデリング、すなわち、計算機処理に用いるために、表示を行う対象の形状、表面属性、及び必要あれば動きといったデータを作成する処理を自動化するための試みが種々なされている。

【0012】例えば、ステレオ視の技術を用いて得た画像より対象の形状を抽出して数値データ化するという具合であるが、一視点から見たデータを用いて作成されたモデルは誤りや欠落を含み、十分な精度が得られないことから、多視点からのデータを統合してモデリングを行う。

【0013】そして、多視点で撮影した画像を用いてモデルの誤りを発見し、修正を行い、モデルを得るといった具合である。この修正にあたっては、画像中のエッジを用いるようにするが、照明の位置や方向、カメラの露光、対象表面の反射状態によってエッジが安定して得られず、また、類似エッジの識別が困難であるといった問題があり、なかなか旨くゆかない。

【0014】一方、ある実画像からモデルを作成し、このモデルから別の視点より見た場合の人工映像を作成して、当該別の視点から見た実画像との輝度値の比較によってモデルの誤りを発見、修正する技術がある。この方法においては、ある視点で撮影した実画像からモデルを作成し、また、別の視点で撮影した実画像と、その視点で撮影することをシミュレートして、前記モデルから作成した人工映像とを比較することで、モデルの検証を行うが、人工映像と実画像では視点やカメラモデルに含まれる誤差があるために、正しく比較を行うためには画像上での位置補正が必要となる。

【0015】しかし、この位置補正には旨い方法がなく、大きなネックとなっている。また、実画像と人工映像とを比較するが、実画像では自動露光調節機能などにより、人工映像とは画像全体の明るさが異なるため、そのままの輝度値では正しい比較を行えない。

【0016】従って、この位置補正の問題と、実画像に対する人工映像の比較処理の問題を解消する技術の開発が待たれる。

【0017】そこで、本発明の目的とするところは、前記の位置補正を可能にし、また、実画像に対する人工映像の比較処理が精度良く行なえるようにして実用的なモデリングを自動的に行えるようにしたモデリング装置およびモデリング方法を提供することにある。

【0018】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するた

め、本発明はつぎのように構成する。すなわち、視覚センサを用いて構成され、モデリング対象の距離、形状、表面属性などの3次元情報を測定する3次元属性情報入力手段と、この3次元属性情報入力手段にて得られた前記3次元情報を含む3次元情報を管理し、環境モデル記述を作成する環境モデル処理手段と、前記環境モデル処理手段にて作成されたモデル記述に基づき、環境の特定位置での人工映像を作成する映像作成手段と、人工映像作成結果とこれに対応する位置における実画像を比較することにより得た情報に基づいて前記環境モデル処理手段の作成した環境モデル記述を修正する解析・検証手段とを備える。

【0019】また、モデリング方法として、実画像から得たモデルをもとに、このモデルから得た所望の視点での人工映像を求め、また、この人工映像と同じ視点から見た実画像を得ると共に、設定した位置補正対応に位置を補正してこれらの人工映像と実画像のずれを除去した後、これら人工映像と実画像との重複する領域での差異を評価し、その結果に応じて前記モデルを修正する。

【0020】

【発明の実施の形態】本発明のモデリング装置は、環境モデルの作成において、3次元属性情報入力手段がテレビカメラ、超音波などの視覚センサを用いて、距離、形状、表面属性などの3次元情報を測定し、環境モデル処理手段が入力された3次元情報を管理し環境モデル記述を作成し、映像作成手段が環境モデル処理部に記憶されたモデル記述に基づき、環境の特定位置での人工映像を作成し、解析・検証手段が人工映像作成結果とこれに対応する位置における画像を比較することにより環境モデル記述の変更を行い、観測制御手段が3次元属性情報の入力制御を行う。特に、解析・検証手段を構成する位置補正手段が人工映像と実画像との重複する領域の画素の規格化を行い、差異を求めて補正位置を算出し、画像比較手段が人工映像と補正位置とを用いて実画像と比較するための画像を作成し、モデル表面の変更面を求め、モデル変更手段がモデルの表面を変更する。

【0021】この結果、生成した環境モデル記述に基づく人工映像と、実画像とを比較するに際して、両者の位置を合わせるための位置補正を可能にし、また、人工映像、実画像各々の領域内の画素値を規格化することで実画像に対する人工映像の比較処理が精度良く行なえるようになり、この比較結果に基づいて、環境モデル記述の修正を精度良く行えるようになって実用的なモデリングを自動的に行えるようになる。

【0022】(具体例)以下、本発明の具体例について図面を参照して説明する。

【0023】位置測定装置を図面に基づいて説明する。

【0024】図1は、本発明による環境モデル入力装置のブロック図である。図において、1は3次元属性情報入力部、2は環境モデル処理部、3は映像作成部、4は

解析・検証部、5は観測制御部である。

【0025】これらのうち、3次元属性情報入力部1は、入力対象の3次元属性情報を得るための装置であり、この3次元属性情報入力部1は、超音波センサやテレビカメラなど3次元距離情報を計測するための手段（3次元距離情報計測手段）と、色、模様などの表面属性を入力するためのテレビカメラなどの手段（表面属性取得手段）よりなるものであって、これら手段を環境に存在する対象の属性に応じ、複数種類備えた構成を採り、現在位置での3次元属性情報を得てこれを環境モデル処理部2へ転送するものである。

【0026】環境モデル処理部2では、この現在位置の入力と過去に蓄積された3次元環境データ、及び環境内部に存在する対象物のデータを用いて、環境モデル記述の作成を行う。

【0027】映像作成部3は、この環境モデル記述からコンピュータグラフィックスを利用して人工映像を作成処理するものであり、この作成された人工映像を解析・検証部4に入力し、また、図示しないディスプレイ等に与えて表示に供する。

【0028】解析・検証部4は、映像作成部3から入力された人工映像と、3次元属性情報入力部1で得られた現在位置での実画像を比較することにより、3次元距離入力の欠落、誤差による記述の誤り部分を検出するものであり、また、記述の誤り部分を検出した場合には、環境モデル処理部2に格納された環境モデル記述の修正処理を行うといった機能を有するものである。

【0029】観測制御部5は、3次元属性情報入力部1を移動制御するものである。

【0030】このような構成の本装置は、3次元属性情報入力部1は、テレビカメラ、超音波などの視覚センサによる3次元距離情報計測手段やテレビカメラなどの視覚センサによる表面属性（テクスチャ情報）取得手段を備えており、これら手段により本装置が現在位置するポイントからの見た入力対象の3次元属性情報（3次元距離情報や色、模様などの表面属性）を得る。この現在位置での3次元属性情報は環境モデル処理部2へ送られ、環境モデル処理部2では、この現在位置の入力と過去に蓄積された3次元環境データ、及び環境内部に存在する対象物のデータを用いて、環境モデル記述の作成処理を行う。

【0031】この作成された環境モデル記述は映像作成部3に与えられ、映像作成部3は、この環境モデル記述からコンピュータグラフィックスを利用して人工映像を作成処理し、その作成した人工映像のデータを解析・検証部4に入力し、また、ディスプレイに送って表示する。

【0032】解析・検証部4では、映像作成部3から入力された人工映像と3次元属性情報入力部1で得られた現在位置での実画像を比較することにより、3次元距離入力の欠落、誤差による記述の誤り部分を検出する。そ

して、解析・検証部4では、この検出結果に基づき、前記環境モデル処理部2の環境モデル記述の修正処理を行う。

【0033】これにより、前記環境モデル処理部2の作成処理した環境モデル記述は実画像に基づいた修正が施された精度の高いものとなり、精度の高いモデルが生成されたことになる。

【0034】観測位置を変える場合は、観測制御部5の制御のもとに、3次元属性情報入力部1の位置を移動制御させることになる。

【0035】この結果、生成した環境モデル記述に基づく人工映像と、実画像とを比較するに際して、両者の位置を合わせるための位置補正が可能で、実画像に対する人工映像の比較処理が精度良く行なえるようになり、この比較結果に基づいて、環境モデル記述の修正を精度良く行えるようになって実用的なモデリングを自動的に行えるようになる。

【0036】本発明においては、実画像から得たモデルを元に、このモデルから得た所望の視点での人工映像を求め、また、この人工映像と同じ視点から見た実画像を得ると共に、設定した位置補正対応に位置を補正してこれらの人工映像と実画像が重なるようにした上で、これら人工映像と実画像との重複する領域での差異を評価する。この評価には、例えば、重複する領域の一致している画素数と重複する領域全体の画素数との比という面積への依存が弱い評価要素を用い、また、人工映像と実画像の重複する領域において、各画素の輝度値を、予測される輝度値分布に基づいて規格化した後に、評価値算出に用いるため画像全体の明るさの変化に対応することにより、人工映像と実画像の位置補正の算出を正しく行うことができるようにし、人工映像と実画像の相違部分を適確に抽出できるようにして、精度良くモデルの修正ができるようにしている。

【0037】この処理の多くは解析・検証部4においてなされるようにしており、従って、次に、本発明の重要な部分である解析・検証部4のさらに詳しい説明をする。

【0038】図2に示す如く、本発明の装置における解析・検証部4は、位置補正部6と、画像比較部7と、モデル変更部8とから構成される。

【0039】これらのうち、位置補正部6は、映像作成部3で作成されて入力された人工映像と、3次元属性情報入力部1で得た実画像との位置のずれを補正処理するものであり、画像比較部7は位置補正部6により位置補正済みの人工映像と実画像との比較を行うと共に、相違領域を検出するものであり、モデル変更部8はこの検出された相違領域の情報に基づき、前記環境モデル処理部2の作成処理した環境モデル記述の修正処理（モデル変更）を行うものである。

【0040】このような構成の解析・検証部4において

は、映像作成部3から入力された人工映像と実画像との位置補正を位置補正部6が行い、この位置補正済みの人工映像と実画像との比較を画像比較部7が行う。そして、この比較により画像比較部7は人工映像と実画像との相違領域を検出する。この検出結果に基づき、モデル変更部8は環境モデル処理部2の作成処理した環境モデル記述の変更を行う。

【0041】これにより、前記環境モデル処理部2の作成処理した環境モデル記述は実画像に基づいた修正が施された精度の高いものとなり、精度の高いモデルが生成されたことになる。

【0042】以上、解析・検証部4の各構成要素の大きな処理の様子を説明したが、つぎにモデルを多面体として、解析・検証部4における位置補正部6での位置補正処理例を具体的に説明する。

【0043】《人工映像と実画像が濃淡画像である場合での位置補正処理例》図3に人工映像と実画像が濃淡画像（モノクローム画像）である場合での位置補正部6における位置補正処理例の流れを示す。

【0044】位置補正部6は、映像作成部3で作成されて入力された人工映像と、3次元属性情報入力部1で得た実画像との位置のずれを補正処理するものであるが、図3の処理を順を追って説明すると、まずステップa-1においてモノクロームの人工映像とモノクロームの実画像が当該位置補正部6に入力される。

【0045】図4と図5に人工映像と実画像の例を示す。人工映像は図4に示す如きのものであり、実画像は図5に示す如きのものである。

【0046】このような人工映像と実画像が入力されると、つぎに人工映像を移動させる初期位置と、移動範囲

と画素の一致を判定するための閾値を、人手により設定する（ステップa-2）。

【0047】当該初期位置と閾値が設定されたならば、ステップa-3で当該初期位置に基づいて人工映像を移動させて初期位置に配置し、人工映像と重複するカメラ画像の領域を抽出する。以後、人工映像の位置をテンプレート位置、重複する人工映像の領域をテンプレート領域、実画像の領域を対応領域と呼ぶ。

【0048】こうしてテンプレート位置、テンプレート領域、対応領域が得られたならば、つぎにステップa-4でテンプレート領域と対応領域の輝度値を用いて後の補正位置判定に用いるための評価値を算出する。

【0049】ステップa-5では、全ての移動領域で評価値を算出したかどうかを調べ、その結果、算出している場合は最小の評価値を与える位置を補正位置として終了し、算出していない場合はステップa-3からの処理を繰り返す。

【0050】〔濃淡画像の場合の評価値の算出手順〕図6に前記ステップa-4で求める評価値の算出手順を示す。

【0051】濃淡画像の場合の評価値の算出手順を、図6に従って説明すると、同じ土俵上で評価できるようにするために人工映像、実画像各々の領域内の画素値を規格化するための処理として、まず、ステップb-1でテンプレート領域の輝度値の平均値 $\langle T \rangle$ と標準偏差 σ_T を算出する。そして次に、ステップb-2に移り、ここで式1を用いてテンプレート領域の各輝度値 $\{T_{ij} : i=1, 2, \dots, W_T ; j=1, 2, \dots, H_T\}$ を規格化し、

【数1】

規格化テンプレート画素値 $\{T_{ij}^N : i=1, 2, \dots, W_T ; j=1, 2, \dots, H_T\}$

を算出する。ここで W_T 、 H_T はテンプレート領域の幅と高さである。

$$T_{ij}^N = \frac{T_{ij} - \langle T \rangle}{\sigma_T} \quad \dots (1)$$

ステップb-3で、対応領域の輝度値を用いて平均値 $\langle I \rangle$ と標準偏差 σ_I を算出する。ステップb-4で式2を用いて対応領域の各画素 $\{I_{ij} : i=1, 2, \dots, W_I ; j=1, 2, \dots, H_I\}$ を規格化し、規格化対応領域輝度値 $\{I_{ij}^N : i=1, 2, \dots, W_I ; j=1, 2, \dots, H_I\}$ を算出する。ここで W_I 、 H_I は対応領域の幅と高さであり、 $W_I = W_T$ 、 $H_I = H_T$ である。

$$I_{ij}^N = \frac{I_{ij} - \langle I \rangle}{\sigma_I} \quad \dots (2)$$

【0052】次にステップb-5で、対応する規格化テンプレート輝度値と規格化対応領域輝度値との差を求め、この求めた差を前述のステップa-2で定めた閾値と比較し、当該差が閾値以上であるものとそうでないものとに分ける。ここで、当該差が閾値以上である場合を対応領域、またはテンプレート領域での不一致画素と呼ぶことにする。

【0053】この処理が終わると、つぎにステップb-6の処理に移り、ここで、不一致画素の数を数え、対応領域、またはテンプレート領域の面積との比を算出する。この比を不一致画素数比と呼ぶ。

【0054】ステップb-6の処理が終わると、つぎにステップb-7の処理に移り、ここで、最小不一致画素数比が設定されている場合は、不一致画素数比と比較し、その結果、最小不一致画素数比よりも大きい場合はステップb-8に移り、ここで評価値を極めて大きい値に設定する。ここで定める極めて大きい値とは、任意の大きな値であれば良く、定数であっても良く、あるいは適当な計算により求めるものであっても良い。

【0055】一方、ステップb-7での比較の結果、小さい場合、または最小不一致画素数比が設定されていない場合には、全ての対応領域内の画素で前記の処理を行って（全ての対応領域内の画素について前記の処理済みのときは）、ステップb-9に移る。

【0056】そして、当該ステップb-9の処理においては、最後に算出された不一致画素数比を最小不一致画素数比として記憶し、人工映像の移動位置を記憶し、評価値に不一致画素数比を設定し、終了する。未処理の画素があれば、未処理の画素についてステップb-4以下を実行する。

【0057】または、別の例として次のようにする手法もある。すなわち、ステップb-5の処理が終わると、ステップb-6で、不一致画素について規格化テンプレート画素値と規格化対応領域輝度値との差の総和を求め、これと対応領域またはテンプレート領域の面積との比（平均不一致輝度値比）を算出する。

【0058】ステップb-7で、最小平均不一致輝度値比が設定されている場合は、平均不一致輝度値比と比較し、最小平均不一致輝度値比よりも大きい場合はステップb-8で評価値を極めて大きい値に設定する。

【0059】ステップb-7での比較の結果、小さい場合、または最小平均不一致輝度値比が設定されていない場合、全ての対応領域内の画素で前記の処理を行って（全ての対応領域内の画素について前記の処理済みのときは）、ステップb-9で最後に算出された平均不一致輝度値比を最小平均不一致輝度値比として記憶し、人工映

像の移動位置を記憶し、評価値に平均不一致輝度値比を設定し、終了する。

【0060】未処理の画素があれば、未処理の画素についてステップb-4以下を実行する。

【0061】以上が、濃淡画像の場合の評価値の算出手順の例である。

【0062】《人工映像と、実画像がカラーの場合での位置補正処理例》次に、人工映像と実画像がカラーの場合での位置補正処理例を説明する。以下では、カラーをRGB値で表す。

【0063】図7に位置補正部6の処理の流れを示す。図7に従って説明すると、まず、ステップa-1'においてカラーの人工映像とカラーの実画像が当該位置補正部6に入力される。

【0064】このような人工映像と実画像が入力されると、つぎに人工映像を移動させる初期位置と、移動範囲と画素の一致を判定するための閾値を、人手により設定する（ステップa-2'）。この人手による設定は人工映像と実画像をディスプレイに表示してこれを見て行うようにすると良い。

【0065】当該初期位置と閾値が設定されたならば、ステップa-3'で当該初期位置に基づいて人工映像を移動させて初期位置に配置し、人工映像と重複するカメラ画像の領域を抽出する。以後、人工映像の位置をテンプレート位置、重複する人工映像の領域をテンプレート領域、実画像の領域を対応領域と呼ぶ。

【0066】こうしてテンプレート位置、テンプレート領域、対応領域が得られたならば、つぎにステップa-4'でテンプレート領域と対応領域のRGB値を用いて後の補正位置判定に用いる評価値を算出する。

【0067】ステップa-5'では、全ての移動領域で評価値を算出したかどうかを調べ、算出している場合は最小の評価値を与える位置を補正位置として終了し、算出していない場合はステップa-3'から繰り返す。

【0068】〔カラー画像の場合の評価値の算出手順〕図8にステップa-4'で求める評価値の算出手順を示す。図に従って説明すると、まず、ステップb-1'でテンプレート領域のRGB値のそれぞれの平均値 $\{ \bar{c} : c = R, G, B \}$ と標準偏差 $\{ \sigma_{Tc} : c = R, G, B \}$ を算出する。ステップb-2'で式3を用いてテンプレート領域の各RGB値 $\{ T_{cij} : c = R, G, B ; i = 1, 2, \dots, W_T ; j = 1, 2, \dots, H_T \}$ を規格化し、

【数2】

規格化テンプレートカラー値 $\{T_{cij}^N : c=R, G, B ; i=1, 2, \dots, W_T ; j=1, 2, \dots, H_T\}$ を算出する。ここで W_T 、 H_T はテンプレート領域の幅と高さである。

$$T_{cij}^N = \frac{T_{cij} - \langle T_c \rangle}{\sigma_{Tc}} \quad \dots (3)$$

【0069】ステップb-3'で、対応領域のRGB値を用いてそれぞれの平均値 $\{\langle I_c \rangle : c=R, G, B\}$ と標準偏差 $\{\sigma_{Ic} : c=R, G, B\}$ を算出する。ステップb-4'で式4を用いて対応領域の各画素 $\{I$

$cij : c=R, G, B ; i=1, 2, \dots, W_I ; j=1, 2, \dots, H_I\}$ を規格化し、
【数3】

規格化対応領域カラー値 $\{I_{cij}^N : c=R, G, B ; i=1, 2, \dots, W_I ; j=1, 2, \dots, H_I\}$ を算出する。

【0070】ここで W_I 、 H_I は対応領域の幅と高さであり、 $W_I = W_T$ 、 $H_I = H_T$ である。

【0071】
【数4】

$$I_{cij}^N = \frac{I_{cij} - \langle I_c \rangle}{\sigma_{Ic}} \quad \dots (4)$$

【0072】ステップb-5'で、対応する規格化テンプレートカラー値と規格化対応領域カラー値との差を求め、ステップa-2'で決められた閾値と比較し、当該差が閾値以上であるものとそうでないものとに分ける。ここで、上述同様に当該差が閾値以上である場合を対応領域、またはテンプレート領域での不一致画素と呼ぶことにする。

【0073】この処理が終わると、つぎにステップb-6'の処理に移り、ここで、不一致画素の数を数え、対応領域、またはテンプレート領域の面積との比（不一致画素数比）を算出する。

【0074】この処理が終わると、つぎにステップb-7'の処理に移り、ここで、最小不一致画素数比が設定されている場合は、不一致画素数比と比較し、その結果、最小不一致画素数比よりも大きい場合はステップb-8'に移り、ここで評価値を極めて大きい値に設定する。ここで定める極めて大きい値とは、任意の大きな値であれば良く、定数であっても良く、あるいは適当な計算により求めるものであっても良い。

【0075】ステップb-7'での比較の結果、小さい場合、または最小不一致画素数比が設定されていない場合、全ての対応領域内の画素について前記の処理が済んでいるならば、ステップb-9'の処理に移る。

【0076】そして、当該ステップb-9'の処理においては、最後に算出された不一致画素数比を最小不一致画素数比として記憶し、人工映像の移動位置を記憶し、評価値に不一致画素数比を設定し、終了する。未処理の画素があれば、未処理の画素についてステップb-4'

以下を実行する。

【0077】ステップb-5'での処理の後、次のようにする手法もある。

[A] すなわち、ステップb-6'で、不一致画素について規格化テンプレートカラー値と規格対応領域カラー値とのRGB毎の差の総和を求め、これらRGB毎の差の総和と、対応領域またはテンプレート領域の面積との比をそれぞれ求める。そして、これらの比の積（平均不一致カラー値比）を算出する。

【0078】ステップb-7'で、最小平均不一致カラー値比が設定されている場合は、平均不一致カラー値比と比較し、その結果、最小平均不一致カラー値比よりも大きい場合はステップb-8'で評価値を極めて大きい値に設定する。

【0079】ステップb-7'での比較の結果、小さい場合、または最小平均不一致カラー値比が設定されていない場合、全ての対応領域内の画素で前記の処理を行っていれば、ステップb-9'で最後に算出された平均不一致カラー値比を最小平均不一致カラー値比として記憶し、人工映像の移動位置を記憶し、評価値に平均不一致カラー値比を設定し、終了する。未処理の画素があれば、未処理の画素についてステップb-4'以下を実行する。

【0080】また、別の手法として、ステップb-5'での処理の後、次のようにする手法もある。

[B] すなわち、ステップb-6'で、不一致画素について規格化テンプレートカラー値と規格対応領域カラー値とのRGB毎の差の総和を求め、これらRGB毎の

差の総和と、対応領域またはテンプレート領域の面積との比をそれぞれ算出する。そして、これらの比の和である平均不一致カラー値比を求める。

【0081】ステップb-7'で、最小平均不一致カラー値比が設定されている場合は、平均不一致カラー値比と比較し、その結果、最小平均不一致カラー値比よりも大きい場合はステップb-8'に移る。ステップb-8'では評価値を極めて大きい値に設定する。ここで定める極めて大きい値とは、任意の大きな値であれば良く、定数であっても良く、あるいは適当な計算により求めるものであっても良い。

【0082】一方、ステップb-7'での比較の結果、小さい場合、または最小平均不一致カラー値比が設定されていない場合、全ての対応領域内の画素で前記の処理が済んでいるときには、ステップb-9'に移る。

【0083】ステップb-9'の処理においては、最後に算出された平均不一致カラー値比を最小平均不一致カラー値比として記憶し、人工映像の移動位置を記憶し、評価値に平均不一致カラー値比を設定し、終了する。未処理の画素があれば、未処理の画素についてステップb-4'以下を実行する。

【0084】以上が、カラー画像の場合の評価値の算出手順の例である。

【0085】《画像比較部7での処理》解析・検証部4における画像比較部7は、位置補正部6により位置補正済みの人工映像と実画像との比較を行うと共に、相違領域を検出するものである。この画像比較部7での処理の流れを図9に示す。図に従って説明すると、まず、位置補正部6で算出された補正位置と人工映像とが画像比較部7に入力されると(ステップd-1)、ステップd-2の処理に移り、ここで人工映像の画像を補正位置へ移動させた画像を生成する。この画像を比較用画像と呼ぶ。

【0086】図10に、図4の人工映像から、不一致画素数比を用いて算出した補正位置に来るように補正して生成した比較用画像を示す。

【0087】以上が位置補正処理である。

【0088】位置補正により比較用画像が得られたならば、つぎにステップd-3の処理に移り、ここで前記比較用画像と実画像との対応する画素について輝度値の差を検出し、差を輝度値とする差画像を生成する。

【0089】差画像が得られたならば、つぎにステップd-4の処理に移り、ここで前記差画像の各輝度値を予め設定しておいた閾値と比較し、その結果、閾値よりも大きい場合は“1”、閾値以下の場合は“0”に二値化する。二値化された画像を二値画像と呼ぶ。

【0090】図11に、このようにして図10の比較用画像と図5の実画像とから得られた二値画像を示す。

【0091】二値画像が得られたならば、つぎにステップd-5の処理に移り、ここで前記二値画像の輝度値が

“1”の画素と視点とを結ぶ直線を算出し、この直線と交わるモデルの平面があれば抽出し、平面を示す情報(“モデルの平面を示す情報”)を得る。そして、この平面を示す情報を解析・検証部4の構成要素であるモデル変更部8に入力する。以上が、画像比較部7での処理である。

【0092】こうして、“モデルの平面を示す情報”が求められ、モデル変更部8に渡されると、当該モデル変更部8ではこの“モデルの平面を示す情報”を用いて、該当する平面をモデルから除去する。すなわち、環境モデル処理部2の作成処理した環境モデル記述の中から、モデル変更部8ではこの“モデルの平面を示す情報”を用いて、該当する平面の記述を除去する(モデル変更)。

【0093】これにより、前記環境モデル処理部2の作成処理した環境モデル記述は実画像に基づいた修正が施された精度の高いものとなり、精度の高いモデルが生成されたことになる。

【0094】この結果、生成した環境モデル記述に基づく人工映像と、実画像とを比較するに際して、両者の位置を合わせるための位置補正を可能にし、また、人工映像、実画像各々の領域内の画素値を規格化することで実画像に対する人工映像の比較処理が精度良く行なえるようになり、この比較結果に基づいて、環境モデル記述の修正を精度良く行えるようになって実用的なモデリングを自動的に行えるようになる。

【0095】なお、カラーの人工映像と実画像では、カラーをHSV値やYIQ値などRGB値以外で表しても良く、本発明の要旨を逸脱しない限りにおいて種々変形して実施できる。

【0096】以上説明したように、本発明は、3次元コンピュータグラフィクスや移動ロボット制御などで利用される環境モデルを自動的に作成するために、実画像から得たモデルをもとに、このモデルから得た所望の視点での人工映像を求め、また、この人工映像と同じ視点から見た実画像を得ると共に、設定した位置補正対応に位置を補正してこれらの人工映像と実画像のずれを除去した後、これら人工映像と実画像との重複する領域での差異を評価し、重複する領域の一致している画素数と重複する領域全体の画素数との比に基づく評価値を得、また、人工映像と実画像の重複する領域において、各画素の輝度値を、予測される輝度値分布に基づいて規格化することにより、人工映像と実画像とのずれに基づく移動すべき位置を演算し、これらの人工映像と実画像のずれを除去した後、これら人工映像と実画像との重複する領域での差異を評価し、その結果に応じて前記モデルを修正するようにしたものである。

【0097】特に、環境モデルの検証及び変更する解析・検証手段においては、位置補正手段により人工映像と実画像との重複する領域の画素の規格化を行い、差異を

求めて補正位置を算出し、画像比較手段が人工映像と補正位置とを用いて実画像と比較するための画像を作成し、モデル表面の変更面を求め、これに基づいてモデル変更手段によりモデルの表面を変更する。

【0098】本発明では、実画像から得たモデルを元に、このモデルから得た所望の視点での人工映像を求め、また、この人工映像と同じ視点から見た実画像を得ると共に、設定した位置補正対応に位置を補正してこれらの人工映像と実画像が重なるようにした上で、これらの人工映像と実画像との重複する領域での差異を評価するが、この評価には重複する領域の一致している画素数と重複する領域全体の画素数との比という面積への依存が弱い評価要素を評価値として用いるようにしており、また、人工映像と実画像の重複する領域において、各画素の輝度値を、予測される輝度値分布に基づいて規格化した後に、評価値算出に用いるようにしたため、画像全体の明るさの変化に対応することができるようになり、従って、人工映像と実画像の位置補正の算出を正しく行うことが可能になり、両画像間での不一致部分を正しく抽出して、モデル修正に反映することができるようになる。

【0099】ゆえに本発明は、3次元コンピュータグラフィクスや移動ロボット制御などで利用される環境モデルを自動的にしかも精度良く作成することができる。

【0100】

【発明の効果】以上、詳述したように、本発明のモデリング装置によれば、環境モデルの作成において、3次元属性情報入力手段がテレビカメラ、超音波などの視覚センサを用いて、距離、形状、表面属性などの3次元情報を測定し、環境モデル処理手段が、これらを含め、入力された3次元情報を管理し、これに基づいて環境モデル記述を作成し、映像作成手段が環境モデル処理部に記憶されたモデル記述に基づき、環境の特定位置での人工映像を作成し、解析・検証手段が人工映像作成結果とこれに対応する位置における画像を比較することにより環境モデル記述の変更を行い、観測制御手段が3次元属性情報の入力制御を行うようにしたものであり、特に、解析・検証手段を構成する位置補正手段が人工映像と実画像との重複する領域の画素の規格化を行い、差異を求めて補正位置を算出し、画像比較手段が人工映像と補正位置とを用いて実画像と比較するための画像を作成し、モデル表面の変更面を求め、これに基づいてモデル変更手段がモデルの表面を変更するかたちで環境モデル記述を修正することにより、モデルを修正するので、人工映像の大きさや、画像全体の明るさの差異に影響されることな

く、人工映像と実画像の位置補正の算出を正しく行うことができ、信頼性を以て差異部分の抽出ができ、精度良くモデルを修正して、3次元コンピュータグラフィクスや移動ロボット制御などで利用される環境モデルを自動的にしかも精度良く作成することができるようになる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の具体例を説明するための図であって、本発明システムの概略的な構成を示すブロック図。

【図2】本発明の具体例を説明するための図であって、本発明システムにおける解析・検証部の概略的な構成を示すブロック図。

【図3】本発明の具体例を説明するための図であって、本発明システムにおける解析・検証部の有する位置補正部の処理の流れを示す図。

【図4】本発明の具体例を説明するための図であって、本発明で用いる人工画像の例を示す図。

【図5】本発明の具体例を説明するための図であって、本発明で用いる実画像の例を示す図。

【図6】本発明の具体例を説明するための図であって、人工画像と実画像が濃淡画像の場合での本発明システムにおける位置補正部6の評価値算出手順を示す図。

【図7】本発明の具体例を説明するための図であって、人工画像と実画像がカラー画像の場合での本発明システムにおける位置補正部の処理の流れを示す図。

【図8】本発明の具体例を説明するための図であって、人工画像と実画像がカラー画像の場合での本発明システムにおける位置補正部6の評価値算出手順を示す図。

【図9】本発明の具体例を説明するための図であって、本発明システムにおける解析・検証部の有する画像比較部の処理の流れを示す図。

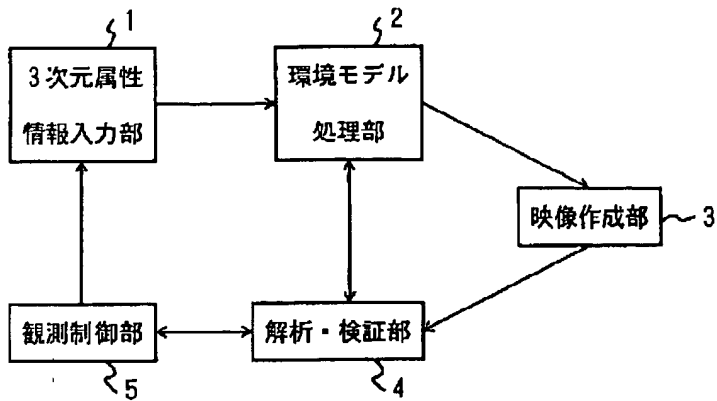
【図10】本発明の具体例を説明するための図であって、本発明で用いる比較用画像の例を示す図。

【図11】本発明の具体例を説明するための図であって、本発明で用いる二値画像の例を示す図。

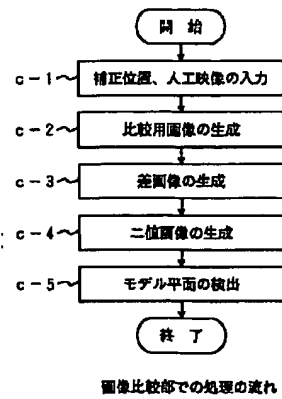
【符号の説明】

- 1…3次元属性情報入力部
- 2…環境モデル処理部
- 3…映像作成部
- 4…解析・検証部
- 5…観測制御部
- 6…位置補正部
- 7…画像比較部
- 8…モデル変更部。

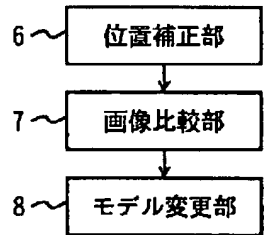
【図1】



【図9】

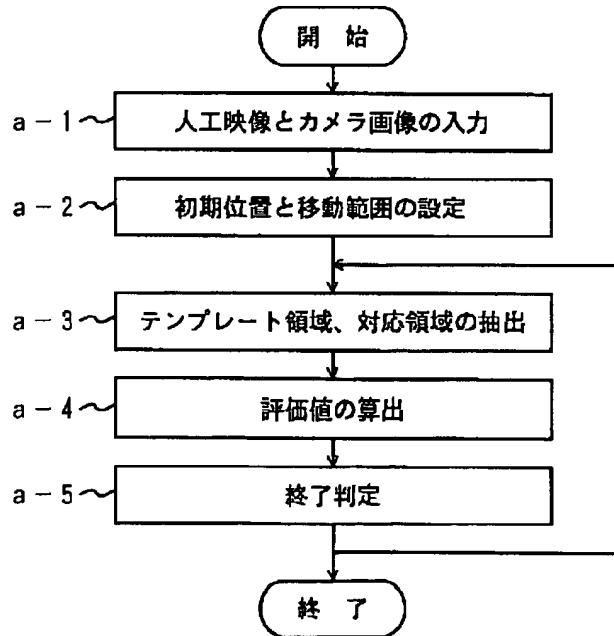


【図2】



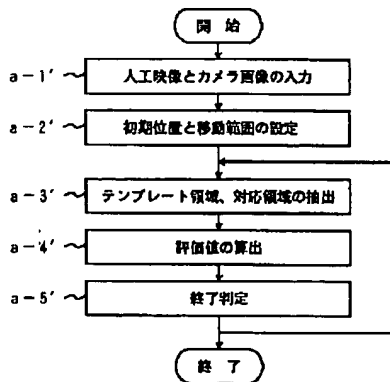
解析・検証部の構成

【図3】



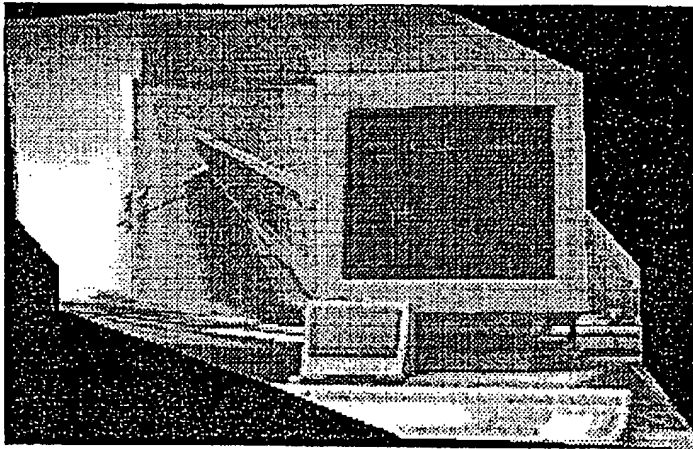
位置補正部の処理の流れ、濃淡の人工映像と実画像の場合

【図7】



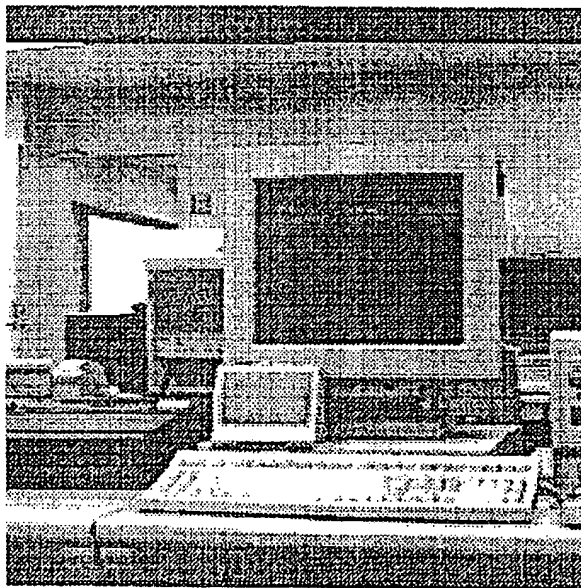
位置補正部の処理の流れ、カラーの人工映像と実画像の場合

【図4】



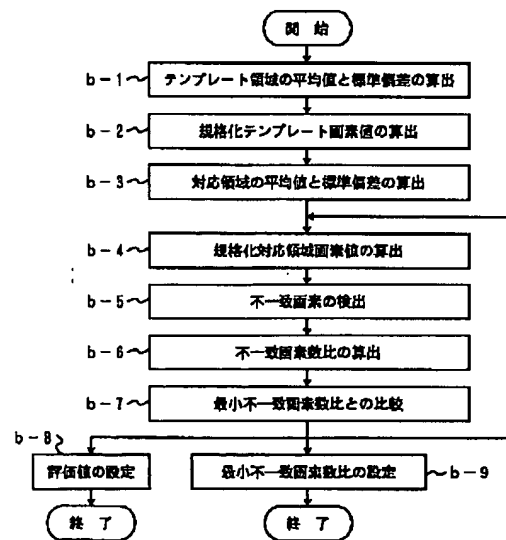
人工映像の例

【図5】



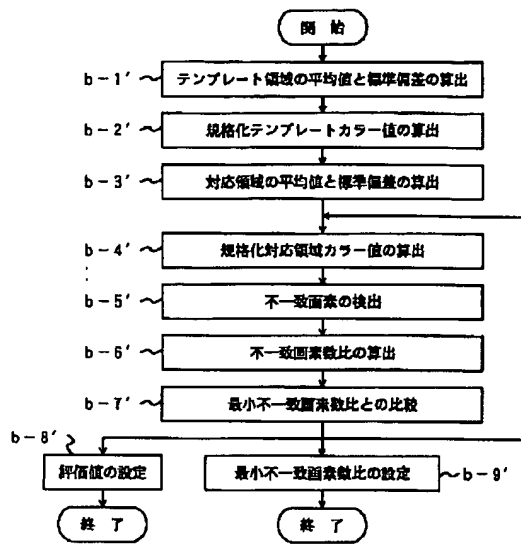
実画像の例

【図6】

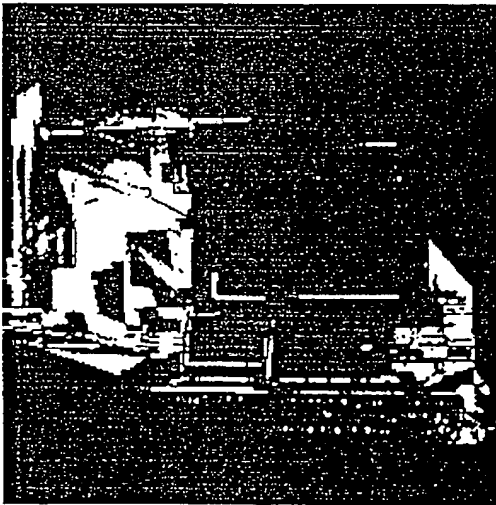


評価値算出の手順、合成の人工映像と実画像の場合

【図8】

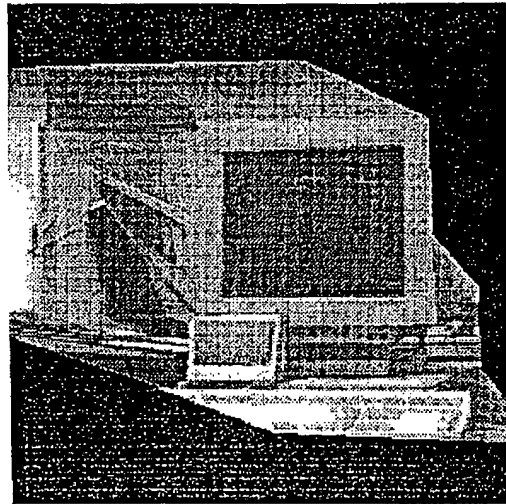


【図11】



二値画像の例

【図10】



比較用画像の例

【手続補正書】

【提出日】平成8年1月9日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】図4

【補正方法】変更

【補正内容】

【図4】本発明で用いる人口画像の例を示すものであつ

て、ディスプレイ画面に表示した場合の中間調画像の写真。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】図5

【補正方法】変更

【補正内容】

【図5】本発明で用いる実画像の例を示すものであって、ディスプレイ画面に表示した場合の中間調画像の写真。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】図10

【補正方法】変更

【補正内容】

【図10】本発明で用いる比較用画像の例を示すものであって、ディスプレイ画面に表示した場合の中間調画像

の写真。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】図11

【補正方法】変更

【補正内容】

【図11】本発明で用いる二値画像の例を示すものであって、ディスプレイ画面に表示した場合の中間調画像の写真。

フロントページの続き

(72)発明者 服部 寛

大阪府大阪市北区大淀中1丁目1番30号

株式会社東芝関西支社内